

新しい渦電流等価回路法（CLN法）の 非接触給電システムへの適用

ー リッツ線解析のコイル均質化によるソリューション ー

弊社では新しい渦電流等価回路法（以下、CLN法と記します）の開発を進めています。CLN法は、渦電流場を等価回路（ラダー回路）で表現する手法で、1)渦電流解析の計算量を著しく低減、2)得られた等価回路による時間領域のシミュレーションも可能、という画期的な手法です。すでに原理実証を完了し、具体的な装置の解析への応用を目標に、開発中です。ツールとしてのご提供は2018年夏頃の予定ですが、すでに受託解析は可能ですので、その活用法をご紹介しますことができます。

1. 適用問題

本手法の重要なアプリケーションの一つとして、多数巻コイルの均質化があります。

非接触給電や誘導加熱では、高周波領域での表皮・近接効果によるコイル抵抗上昇を抑えるため、リッツ線など多数の素線からなるコイルを用います。有限要素法による電磁界解析で表皮・近接効果を考慮するには、多数（数千本になります）の素線一つ一つを細かくメッシュ切りする必要があり、メッシュ数が膨大となり、これまで計算が困難とされていました。

弊社は、CLN法による均質化を用いることで、リッツ線に代表される多数巻コイルを含む体系の解析を現実的な計算時間で行う手法を開発中です。本資料では、非接触給電システムを対象に、本手法をどのように活用するか、その概要をご紹介します。

2. 解析の流れ

図1に本手法を用いた解析の流れを示します。

◆ステップ1 CLN法によるセル解析

最初に、CLN法により素線配置の周期性を考慮し、単位セルに対する解析を行います。例えば、3段撚りのリッツ線ですと、単位セル解析においても1千万要素を超えるモデルが必要となりえますが、CLN法により計算量を著しく低減できます。この解析により、単位セルの特性を表現する複素透磁率を得ることができます。

◆ステップ2 均質化コイルを用いた電磁界解析

ステップ1で得られた複素透磁率を用いて、多数の素線から構成されるコイルを、均一の複素透磁率を持つ領域として扱うことができます。これにより、メッシュ数を著しく削減できます。EMSolutionによるAC解析により、周波数毎のコイルのインピーダンスを得ることができます。

◆ステップ3 回路シミュレーションによるシステム特性評価

システム特性を確認するためには、コイルと給電側、受電側の回路を含む電気回路シミュレーションが必要です。動作周波数での解析によりシステムの基本特性を確認できますが、さらに高調波の影響を見るには、ステップ2で得た周波数毎のインピーダンスから等価回路を構築し過渡解析を行うことも可能です。回路シミュレーションは、SPICEなどの汎用の電気回路シミュレータで行います。

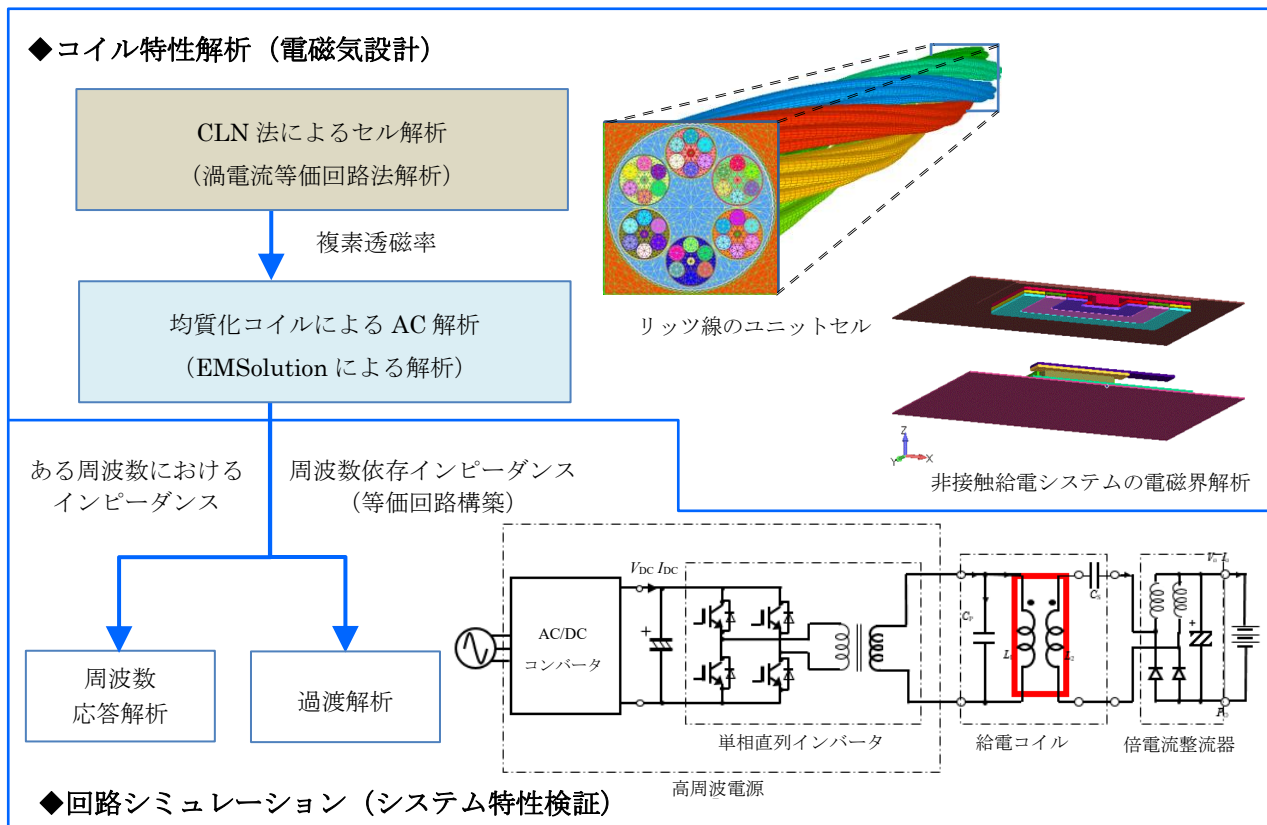


図1 CLN法を用いた非接触給電システムの解析の流れ

3. まとめ

従来、リッツ線コイルのインダクタンスは電磁界解析により良い精度で評価できていましたが、抵抗に関しては評価が難しく、試作が必須となっていました。本手法によりリッツ線の評価をおこなえることになれば、試作なしでのコイル設計の最適化検討が可能になるものと考えています。

本手法のツール化は2018年夏頃の予定ですが、すでに受託解析をお受けすることは可能です。また、パワエレ回路におけるインダクターやトランス等も有効な解析対象ですので、これらの特性評価（インピーダンス、損失）や解析に基づく等価回路作成に関心をお持ちの方は、お問い合わせください。

<問合せ先>

サイエンスソリューションズ株式会社 事業ユニット EMSolution 担当

電話：03-3711-8900 電子メール：em_solution@ssil.co.jp